

DETERMINACION DE DISTRIBUCIONES NEUTRONICAS ESPACIALES
Y CONSTANTES DE RELAJACION*

M.M. Scaffoni y J.V. Lolic

Centro Atómico Bariloche[#] - Instituto Balseiro[†]

I. INTRODUCCION

La realización de estudios neutrónicos por medio de experimentos y cálculos en reticulados con características similares a las de un reactor real, pero bajo condiciones de simplicidad que permitan su cálculo sin aproximaciones, es parte del plan de investigaciones neutrónicas en combustibles nucleares /1/, /2/ de la División Neutrónica y Reactores del Centro Atómico Bariloche.

La realización de este tipo de experiencias permite el estudio sistemático de los distintos métodos y la verificación y/o ajuste de los datos nucleares básicos.

La comparación de espectros diferenciales medidos y calculados requiere, entre otros datos, el conocimiento de la distribución espacial epitérmica de neutrones ($\Phi_{ep}(r)$), y de la constante de relajación de la distribución axial de neutrones (γ).

Ambos son obtenidos en la División Neutrónica y Reactores por el método de activación de hojuelas.

Dado que los métodos experimentales para la irradiación, medición, análisis de datos, etc. han sido modificados y optimizados respecto a los descriptos en /3/, se describe en el presente trabajo su actual estado de desarrollo.

II. GEOMETRIAS ESTUDIADAS

Las geometrías estudiadas son las que denominaremos 13107002 y 13107008.

La geometría 13107008 está compuesta por un recipiente cilíndrico de acero inoxidable de 36 cm de diámetro y 50 cm de longitud, en cuyo centro se ha colocado una barra cilíndrica de Zry-IV de 4.8 cm de diámetro. El recipiente contiene agua pesada 99.41% molar y se ha blindado con una lámina de Cadmio y 15 cm de parafina borada.

En la geometría 13107002, el mismo recipiente descrito en la geometría anterior contiene un elemento combustible tipo "Atucha" de 60 cm de largo, en el que se han reemplazado los 7 elementos centrales por la barra cilíndrica de Zircalloy-IV de 4.8 cm de diámetro; al igual que en el caso anterior, el recipiente contiene agua pesada 99.41% molar y se ha blindado con una lámina de Cadmio y 15 cm de parafina borada, lo que produce condiciones de contorno negro. Entre el blanco y el sistema se intercalaron distintos espesores de parafina. La función de estas planchas es alargar hacia adelante las dimensiones geométricas del sistema, favoreciendo la termalización de los neutrones de fuente.

Para su identificación, impondremos a cada geometría una subdenomi-

* Trabajo realizado en el marco del Convenio de Cooperación Científica y Técnica entre el Gobierno de la República Argentina y el de los Estados Unidos de América (CONICET-NSF).

Comisión Nacional de Energía Atómica

† Comisión Nacional de Energía Atómica y Universidad Nacional de Cuyo

nación (A, B ó C) dependiendo del espesor de parafina que se haya intercalado.

A: sin parafina

B: 1.8 cm de parafina entre el blanco y el recipiente.

C: 3. cm de parafina entre el blanco y el recipiente.

III. METODO EXPERIMENTAL

Todas las distribuciones espaciales se determinaron utilizando hojuelas de Indio, con las técnicas normales de activación de hojuelas, desnudas y bajo Cadmio /3/.

Dicho método supone la irradiación de las hojuelas en la geometría a estudiar (una vez desnudas y una vez bajo Cadmio), la medición de la actividad gamma de interés de las hojuelas irradiadas, y la reducción de los datos obtenidos.

La actividad de las hojuelas de Indio se determina con un cristal de NaI (Tl) y un escalímetro, discriminando el espectro en altura de pulsos en la zona de energías de interés.

Para la medición se ha implementado un "control automático de tiempos". Este sistema permite medir con comodidad la actividad de una hojuela (señal y fondo) cada dos minutos. Hasta el momento el cambio de hojuela se realiza manualmente, pero se encuentra actualmente en desarrollo en la división un cambiador automático, que simplificará esta tarea y además permitirá la medición de actividades de hojuelas de uranio, medición que requiere de dicho tipo de sistemas /4/.

Los datos de actividad gamma obtenidos se procesan con códigos de cálculo desarrollados para tal fin /5/.

La obtención de factores de peso ha sido optimizada. En la actualidad se determinan calibrando las hojuelas por irradiación en un disco rotante. De ese modo, puede asegurarse que todas las hojuelas se irradian bajo el mismo flujo promedio, de manera que la actividad obtenida resulte proporcional al número de núcleos presentes en la hojuela, o sea al peso.

Para monitorear las irradiaciones se optó por hojuelas de oro, por ser un método más preciso que el monitoreo por cámaras de fisión, que produce un error de monitoreo del orden del 5%.

El oro es considerado especialmente apto para este tipo de mediciones, por las características de su sección eficaz de activación y la claridad de su esquema de decaimiento.

El sistema de detección de la actividad de las hojuelas de oro usado (detector de Ge(Li) y ADC de 4096 canales) permite una resolución de 0.45% para 412 keV.

Los datos de actividad medidos se procesan con un programa desarrollado a tal efecto (NYR 475) /6/, el que permite obtener el factor de monitor y, si resulta de interés, el flujo absoluto de neutrones en el punto de medición.

El factor de Cadmio actualmente en uso para la reducción de los datos de las hojuelas de Indio es $F_{CD} = 1.078$ /7/. En este momento se está trabajando en la remediación y cálculo del factor de Cadmio para distintos espesores, en H₂O y D₂O.

IV. MEDICIONES REALIZADAS

Las irradiaciones se realizaron en el acelerador lineal del CAB, con blanco de fansteel, a 100 pulsos por segundo, una corriente media de electrones de 20µa, durante 30 minutos cada una.

A fin de verificar en forma efectiva que colocando las hojuelas separadas 6 cm entre sí no existía perturbación mutua, se realizaron irradiaciones de las hojuelas desnudas y bajo Cadmio con el portahojuelas completo.

De esta verificación resulta que las hojuelas desnudas pueden ser irradiadas colocándolas cada 2cm sin inconvenientes, mientras que en las bajo Cadmio se produce apantallamiento.

La distancia mínima entre hojuela y hojuela en las irradiaciones de hojuelas bajo Cadmio en agua pesada es de 6 cm.

Los resultados obtenidos en las distintas series de mediciones de la constante de relajación de la distribución axial de flujo neutrónico son los siguientes /8/, /9/, /10/:

GEOMETRIA	γ_{ter}^2 (cm^{-2})	γ_{epi}^2 (cm^{-2})
13107008 (D ₂ O + Zry-IV)		
Sin parafina: A	0.47×10^{-2}	0.65×10^{-2}
1.8 cm de parafina: B	0.56×10^{-2}	0.63×10^{-2}
3. cm de parafina: C	0.59×10^{-2}	0.66×10^{-2}
13107002 (D ₂ O + Zry-IV + U)		
A	0.95×10^{-2}	1.13×10^{-2}
B	0.71×10^{-2}	0.80×10^{-2}
C	0.76×10^{-2}	0.85×10^{-2}

Las distribuciones espaciales pueden verse en las figuras 1 y 2.

REFERENCIAS

- /1/ "Plan de Investigaciones neutrónicas en combustibles nucleares", J. V.Lolich, M.J.Abbate; CAB /1/ 1977.
- /2/ "Estado actual del plan de investigaciones neutrónicas en combustibles nucleares", H.Boado, J.V.Lolich y M.Abbate; CAB /8/ 1979.
- /3/ "Determinación de la densidad neutrónica espacial por activación de hojuelas de Indio", J.V.Lolich y M.Abbate. Com.L.1,60° Reunión de AFA, Mayo 1974, Tucumán.
- /4/ "Heterogeneidad resonante angular en reticulados de UO₂. Medición y cálculo de ritmos de fisión", J.V.Lolich. Tesis Doctoral Universidad Nacional de Cuyo, 1978.
- /5/ J.V.Lolich FOIL 1/2/3 (NYR/439/440) ACNYR (CAB).
- /6/ J.V.Lolich, NYR 475 - ACNYR - CAB.
- /7/ "Determinación experimental del factor de Cadmio para hojuelas de Indio", J.V.Lolich, M.Abbate. Com.J.5. 6la.Reunión AFA, Junio 1975, Buenos Aires.
- /8/ "Distribuciones integrales: Geometría 13107008 (D₂O + Zry-IV)", J. V.Lolich y M.M.Sbaffoni. Informe Interno NYR 80/01.
- /9/ "Distribución Integral radial en Geometría 13107008", J.V.Lolich y M.M.Sbaffoni. Informe Interno NYR 80/03.
- /10/ "Espectros de flujo angular de neutrones cerca de una interfase entre agua liviana y agua pesada", M.J.Abbate. Tesis Doctoral - Universidad Nacional de Cuyo, 1977.

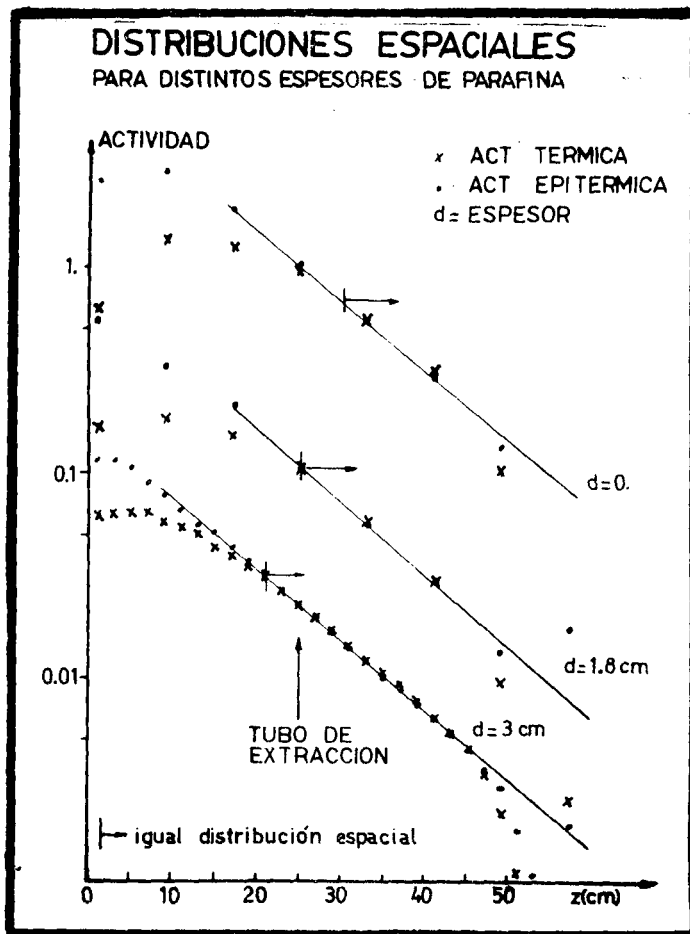


FIG. 1

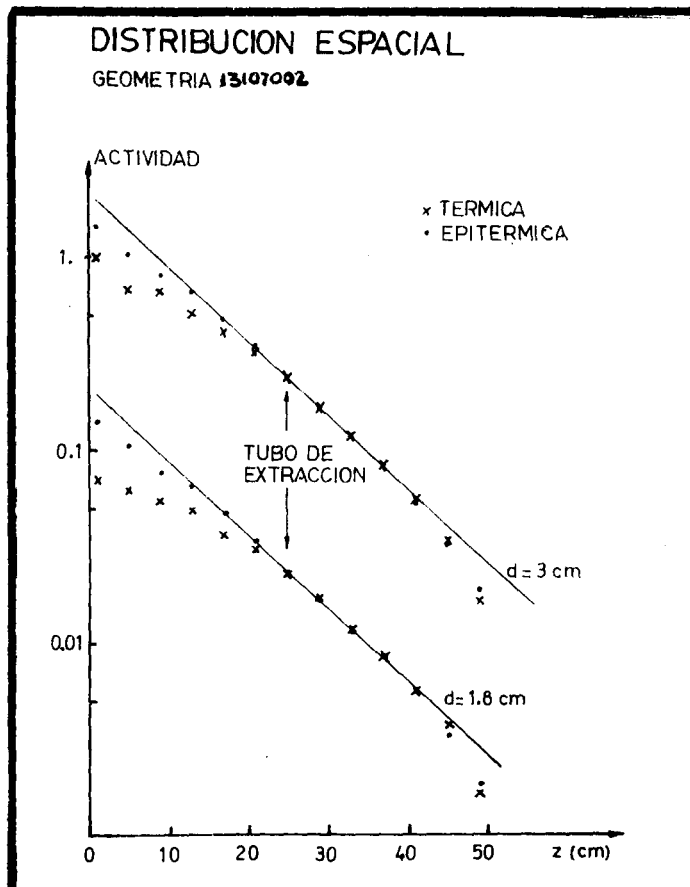


FIG. 2